

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-006989

(43)Date of publication of application : 14.01.1994

(51)Int.Cl.

H02N 2/00  
B65G 54/00  
B65H 5/00  
H01L 41/09

(21)Application number : 04-155214

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 15.06.1992

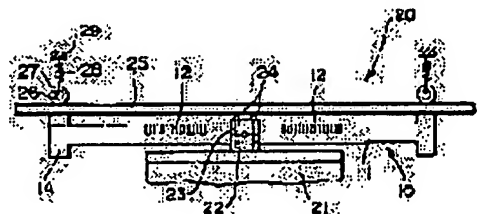
(72)Inventor : FUNAKUBO TOMOKI  
FUJIMURA TAKENAO  
TSUBATA TOSHIHARU  
TANIGUCHI YOSHIHISA  
IMABAYASHI HIROYUKI

## (54) ULTRASONIC LINEAR MOTOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an ultrasonic linear motor which can be driven at a low voltage with high electromechanical conversion efficiency by paying attention to piezoelectric longitudinal effect of a piezoelectric element as a driving source.

**CONSTITUTION:** The ultrasonic linear motor 20 comprises a piezoelectric element as a driving source, an ultrasonic oscillator 10 for inducing Longitudinal and bending oscillations in a resilient body 11 and combining these oscillations to produce ultrasonic elliptical oscillation, and a driven member 25 partially pressed against the ultrasonic oscillator 10, wherein the ultrasonic oscillator 10 comprises at least two multilayer piezoelectric elements 12 bonded partially to the resilient body 11 with each of the multilayer piezoelectric elements 12 being laminated in same direction.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-6989

(43)公開日 平成6年(1994)1月14日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 N 2/00	C	8525-5H		
B 6 5 C 54/00		9245-3F		
B 6 5 H 5/00	L	7111-3F		
H 0 1 L 41/09		9274-4M	H 0 1 L 41/08	S
審査請求 未請求 請求項の数 2(全 6 頁)				

(21)出願番号 特願平4-155214

(22)出願日 平成4年(1992)6月15日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 舟程 朋樹

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 藤村 毅直

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 津幡 敏晴

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 伊藤 進

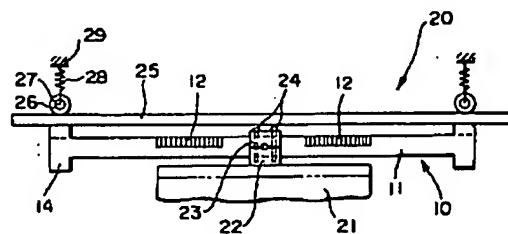
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波リニアモータ

(57)【要約】

【目的】駆動源としての圧電素子の圧電縦効果に着目して、電気-機械変換効率が高く、しかも低電圧で駆動できる超音波リニアモータを提供することを目的とする。

【構成】圧電素子を駆動源とし、弾性体に縦振動および屈曲振動を発生させて、それらの振動を合成し超音波楕円振動を起こす超音波振動子10と、この超音波振動子10の一部に押圧された被駆動部材25とから成る超音波リニアモータ20において、上記超音波振動子10は弾性体11の一部に少なくとも2つの積層型圧電素子12を接合したものであって、該各々の積層型圧電素子12の積層方向は同一方向であることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電気-機械エネルギー変換素子を駆動源とし、弾性体に縦振動および屈曲振動を発生させて、それらの振動を合成し超音波楕円振動を起こす超音波振動子と、

この超音波振動子の一部に押圧された被駆動部材と、

を具備する超音波リニアモータにおいて、

上記超音波振動子は弾性体の一部に少なくとも2つの積層型電気-機械エネルギー変換素子を接合したものであって、該各々の積層型電気-機械エネルギー変換素子の積層方向は同一方向であることを特徴とする超音波リニアモータ。

【請求項2】上記弾性体の縦振動の節に対して対称的に積層型電気-機械エネルギー変換素子が接合されていることを特徴とする請求項1記載の超音波リニアモータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、超音波リニアモータ、詳しくは、積層型圧電素子等の電気-機械エネルギー変換素子を駆動源として用いた超音波リニアモータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、電磁型モータに代わる新しいモータとして超音波モータが注目されている。この超音波モータは従来の電磁型モータに比べて次のような利点を有している。

【0003】(1) ギヤーなしで、低速・高推力が得られる。

【0004】(2) 保持力が大きい。

【0005】(3) ストロークが長く、高分解能である。

【0006】(4) 静粛性に富んでいる。

【0007】(5) 磁氣的ノイズを発生せず、また、該ノイズの影響も受けない。

【0008】上記超音波モータとして回転型とリニア型とが知られている。上記リニア型の超音波モータとして、昭和63年電子情報通信学会春季全国大会(2.12縦-屈曲多重モード振動子利用平板状モータによる紙送りデバイス)において発表されたものがある。(No.A-223(昭和63.3))このリニア型超音波モータにおける振動子は、図13に示すように、たとえばステンレス鋼板で形成されている弾性体101とシリコンラバー等の支持体との間に3枚の圧電セラミック102、103、104が接合されて構成されている。上記3枚の圧電セラミック102、103、104のうち圧電セラミック103はLモード(縦振動モード)用、圧電セラミック102、104の2枚はBモード(屈曲振動モード)用である。これらの両モードの共振周波数が一致するような形状として、その共振周波数に対応する交番電圧をLモードの圧電セラミック103およびBモードの圧電セ

ラミック102、104に印加する。これらの交番電圧の位相差を適当に設けることにより、図11、図12の斜線で示された部分に超音波楕円振動を発生させることができる。

【0009】そして、たとえば紙の被駆動体105を駆動させるためには、押圧機構としてのプレッシャーロール106を介して該被駆動体105を配置して超音波楕円振動を発生させると、同被駆動体105を直線的に駆動させることができる。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の超音波モータには以下のような問題点があった。

【0011】上述したように上記弾性体101には複数枚、上記例では3枚の板状の圧電セラミック(たとえば0.5mm厚)102~104が接合されている。そして、この圧電セラミック102~104の圧電横効果を利用して振動が励起される。一般に圧電セラミックの該圧電横効果における電気-機械結合係数はほぼ30~40%程度であり、圧電縦効果における電気-機械結合係数がほぼ60~70%であるのに比べかなり低い値である。この電気-機械結合係数が低いということは、電気-機械変換効率が低いモータということであり、また入力電圧も数十V<sub>rms</sub>から100V<sub>rms</sub>程度の比較的高い電圧が必要となる問題点が生じる。

【0012】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであり、駆動源としての圧電素子の圧電縦効果に着目して、電気-機械変換効率が高く、しかも低電圧で駆動できる超音波リニアモータを提供することを目的とする。

## 【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明による超音波リニアモータは、電気-機械エネルギー変換素子を駆動源とし、弾性体に縦振動および屈曲振動を発生させて、それらの振動を合成し超音波楕円振動を起こす超音波振動子と、この超音波振動子の一部に押圧された被駆動部材とを具備する超音波リニアモータにおいて、上記超音波振動子は弾性体の一部に少なくとも2つの積層型電気-機械エネルギー変換素子を接合したものであって、該各々の積層型電気-機械エネルギー変換素子の積層方向は同一方向であることを特徴とする。

## 【0014】

【作用】本発明においては、上記積層型電気-機械エネルギー変換素子に互いに位相差を有する交番電圧(周波数を超音波振動子の屈曲振動および縦振動の固有振動数に一致させる)を印加し、該超音波振動子に超音波楕円振動が発生して、同超音波振動子に押圧された被駆動体がリニア駆動する。

## 【0015】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明

する。

【0016】図1は、本発明の第1実施例の超音波リニアモータに適用される超音波振動子10を示す斜視図である。

【0017】図に示すように上記超音波振動子10は、アルミニウム材に硬質アルマイト処理を施して形成した弾性体11を具備している。該弾性体11の振動の節となる中央部の側面には円柱状の突起13が貫設されていて、また該弾性体11の両端部には上下両方に突出した摩擦部14が形成されている。さらに該弾性体11の屈曲2次振動の腹に当たる部分には矩形状の溝が形成されていて、該溝の形状とはほぼ同寸法の積層型圧電素子12が該溝に嵌合して配設されている。

【0018】上記積層型圧電素子12は、たとえば0.1mmの厚さを有する圧電素子が、分極の向きが交互になるように積層され、対向する面において一層毎に電気的に接続され、また、電気端子G、電気端子A、Bが図示の如く導出されている。なお、該積層型圧電素子12を上記溝に配設する際には、上記弾性体11の溝を機械的に拉げた状態で該積層型圧電素子12を配設するので、最終的に同積層型圧電素子12に与圧がかかった状態で配設されている。

【0019】図2は、上記超音波振動子10を適用した本発明の第1実施例である超音波リニアモータ20を示した側面図である。

【0020】図に示すように、基台21の上面中央部の両側部には支持部22が垂設されている。該支持部22の上面中央には上記突起13の径に相応する半円形状の凹部が形成されていて、該凹部と同型同大の凹部を有する押さえ部23とで円形孔が形成されている。上記超音波振動子10は上記突起13を上記円形孔に挿通してビス24を用いて固定保持される。

【0021】一方、超音波振動子10における上記2つの摩擦部14の上面には、たとえばステンレス鋼材（焼き入れ処理品）で形成された板状のスライダ25が載置され、該スライダ25を挟んで上記摩擦部14に対向する位置に配設された2つの圧接ローラ26により一定の押圧力で該摩擦部14に向けて圧接されている。上記圧接ローラ26はその軸との間にベアリング27を介し保持されていて、該軸は固定部29に一端を固定されたばね部材28により押圧されている。

【0022】次に、本第1実施例における超音波振動子10の動作について説明する。

【0023】上記電気端子Aと電気端子B（図1参照）とに一定の位相差を有する $\pm 10$  V P-P程度の交番電圧（周波数： $f_r$ ）を印加する。ここで、該交番電圧の周波数は上記超音波振動子10の1次の固有縦振動および2次の固有屈曲振動の振動数とはほぼ一致させる。

【0024】図3（a）は上記超音波振動子10の1次の固有縦振動モードを示した線図であり、同図3（b）

は該振動子10の2次の固有屈曲振動モードを示した線図である。上記超音波振動子10はこれら1次の固有縦振動と2次の固有屈曲振動の固有振動数とはほぼ一致するような寸法としてある。

【0025】上記電気端子Aおよび電気端子Bに同位相の交番電圧を印加すると上記超音波振動子10は上記図3（a）に示すような1次の縦振動を行なう。また、該電気端子Aおよび電気端子Bに $180^\circ$ 位相の異なる交番電圧を印加すると該超音波振動子10は図3（b）に示すような2次の屈曲振動を発生する。したがって上記電気端子Aおよび電気端子Bの位相差を $\pm 90^\circ$ 近傍に設定することで該超音波振動子10の両端部に超音波楕円振動を発生させることができる。

【0026】このような超音波振動子10を適用した本発明の第1実施例の超音波リニアモータ20は、該超音波振動子10の両端部、すなわち上記摩擦部14に超音波楕円振動を発生させることで、該摩擦部14に押圧されたスライダ25が所定方向にリニア駆動される。また、該スライダ25の駆動方向を変えるには、上記電気端子Aおよび電気端子Bの位相を $+90^\circ$ から $-90^\circ$ 、または $-90^\circ$ から $+90^\circ$ に変化させれば良い。

【0027】本第1実施例によれば、低電圧駆動可能な電気-機械変換効率の高い平板状のコンパクトな超音波リニアモータを提供できる。また、印加電圧の位相差も $\pm 90^\circ$ に設定すれば良いのでコントロールし易い超音波リニアモータを提供することができる。

【0028】次に、上記第1実施例の変形例について説明する。

【0029】図4は、上記変形例の超音波リニアモータにおける超音波振動子30を示した側面図である。

【0030】この変形例の上記第1実施例との相違点は、超音波振動子30の弾性体31における、圧電素子12と摩擦部14との間に、上下面に図4に示す如く数本の溝32を形成した点にある。これにより、両端部での実効的なヤング率を低下させ、該両端部での振動振幅を拡大させることができる。

【0031】図5は、上記第1実施例のさらに別の変形例における超音波振動子40を示した側面図である。

【0032】該変形例の上記第1実施例との相違点は、超音波振動子40の両端部の摩擦部44を図5に示す如くビス45によって着脱交換可能に配設した点である。これにより、該摩擦部44がスライダ25（図2参照）との接触により劣化摩耗した場合交換することが可能となる。また、該摩擦部44は、図6（a）、

（b）、（c）に示すようにその形状を任意に変更することができ、さらには、その質量を変化させることで共振周波数の調整あるいは両端部の振幅の調整を行うことも可能となる。

【0033】図7は、上記第1実施例のさらに別の変形例における超音波振動子50を示した側面図である。

【0034】該変形例の上記第1実施例との相違点は、弾性体51の上下面に図7に示す如く4つの積層型圧電素子12を用いた点にある。これにより、モータ出力の向上を図れるという利点が生ずる。

【0035】次に、本発明の第2実施例の超音波リニアモータについて説明する。

【0036】図8は、上記第2実施例の超音波リニアモータに適用される超音波振動子60を示した側面図である。

【0037】この第2実施例の上記第1実施例との相違点は、弾性体61の中央部にも積層型圧電素子12を設けた点にある。

【0038】図中、電気端子Aおよび電気端子Bには180°位相の異なった周波数 $f_r$ の交番電圧を印加して2次の屈曲振動を発生させる。また、電気端子Cに周波数 $f_r$ の交番電圧を印加し1次の縦振動を発生させる。そして、上記電気端子A(B)および電気端子Cに印加する交番電圧の位相差をコントロールすることで、超音波振動子60の両端部に超音波楕円振動を発生させることができる。なお、超音波リニアモータとしての作用は上記第1実施例と同様なのでここでの説明は省略する。

【0039】このような第2実施例の超音波リニアモータによると、電気端子A(B)と電気端子Cとの印加電圧の大きさを調整することで屈曲振動と縦振動の振幅の大きさを変化させることができる。これにより、超音波楕円振動の楕円形状を任意にコントロールでき、超音波リニアモータの動作が最も安定する楕円形状を設定することが可能となる。

【0040】次に、本発明の第3実施例の超音波リニアモータについて説明する。

【0041】図9は、上記第3実施例の超音波リニアモータに適用される超音波振動子70を示した側面図である。

【0042】この第3実施例は、たとえばシュウ酸アルマイトによるアルマイト処理を施されたアルミニウム材から成る弾性体71の両端部には下方に向けて延出した摺動部74が形成されている。また、該摺動部74の先端は曲率をもたせてある。さらに、振動の節となる中央部の側面には保持のための突起73が突設されている。上記弾性体71の上面には2つの積層型圧電素子72がエポキシ系の接着剤等により接着されている。そして、該それぞれの積層型圧電素子72からは電気端子A、Bが導出されている。

【0043】図10は、上記超音波振動子70を適用した自走式の超音波リニアモータ80を示した斜視図である。

【0044】レール81は、たとえば焼き入れ処理が施された(Hv900)ステンレス鋼で形成されていて、両側面には溝85が穿設されている。また超音波振動子70の摺動部74と接触する面は $R_{max} = 0.3 \mu m$ 以

下にラップ処理されている。上記レール81には下部から両側部にかけてコの字形のリニアガイド82が設けられ、溝85に沿って摺動可能に配設されている。また、該リニアガイド82の両側面には突起83が突設されている。上記超音波振動子70は、上記レール81の上面に曲率を有する摺動部74が接触するように載置され、上記突起73と突起83との間に架けられたばね84により一定の押圧力によって圧接されている。

【0045】上記電気端子Aおよび電気端子Bに周波数 $f_r$ の交番電圧を印加し、その位相差を+90°、又は-90°近傍にすると、超音波振動子70は左方向または右方向へリニア移動する。

【0046】本第3実施例によれば、積層型圧電素子72を弾性体71の上面に接着するだけ(与圧をかけない)で良いので構造が非常に簡単なものとなる。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、駆動源として圧電素子の圧電縦効果を用いることにより、電気-機械変換効率が高く、しかも低電圧で駆動できる超音波リニアモータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の超音波リニアモータに適用される超音波振動子を示す斜視図。

【図2】上記図1に示す超音波振動子を適用した本発明の第1実施例である超音波リニアモータを示した側面図。

【図3】(a)は上記第1実施例における超音波振動子の1次の固有縦振動モードを、(b)は該超音波振動子の2次の固有屈曲振動モードをそれぞれ示した線図。

【図4】上記第1実施例の超音波リニアモータの1変形例に適用される超音波振動子を示した側面図。

【図5】上記第1実施例の超音波リニアモータの他の変形例に適用される超音波振動子を示した側面図。

【図6】上記図5に示す第1実施例の超音波リニアモータの1変形例における、交換可能な摩擦部のその他の例を示した斜視図。

【図7】上記第1実施例の超音波リニアモータの他の変形例に適用される超音波振動子を示した側面図。

【図8】本発明の第2実施例の超音波リニアモータに適用される超音波振動子を示す側面図。

【図9】本発明の第3実施例の超音波リニアモータに適用される超音波振動子を示す側面図。

【図10】上記図9に示す超音波振動子を適用した本発明の第3実施例である超音波リニアモータを示す斜視図。

【図11】従来の超音波モータにおける縦振動モードの説明図。

【図12】従来の超音波モータにおける屈曲振動モードの説明図。

【図13】従来の超音波モータおよびその振動モードを

(5)

特開平6-6989

7

8

示した側断面図。

【符号の説明】

10…超音波振動子

20…超音波リニアモータ

11…弾性体

12…積層型圧電体

\* 14…摩擦部

21…基台

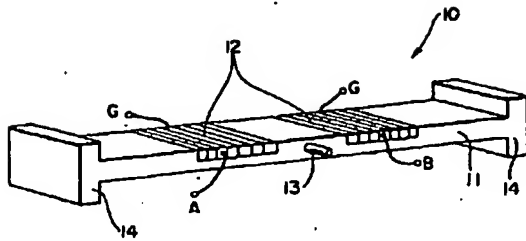
22…支持部

25…スライダー

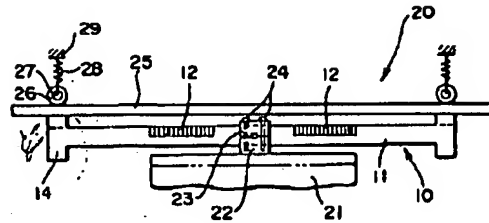
26…圧接ローラ

\*

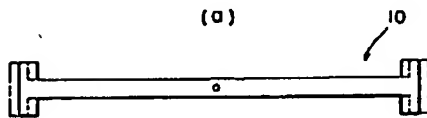
【図1】



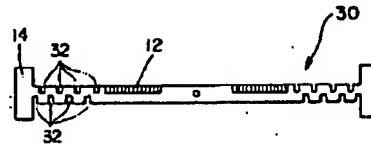
【図2】



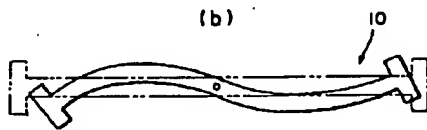
【図3】



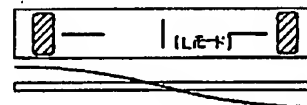
【図4】



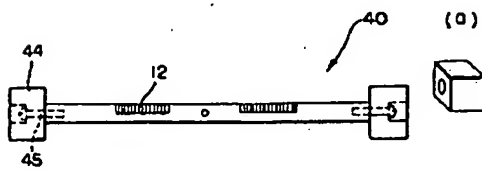
(b)



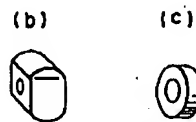
【図11】



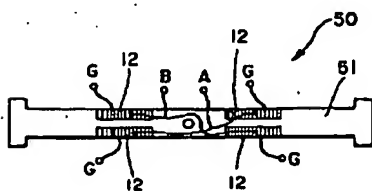
【図5】



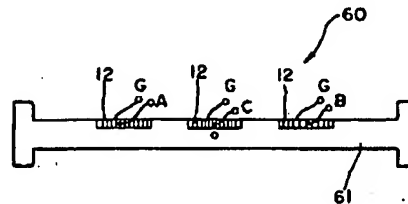
【図6】



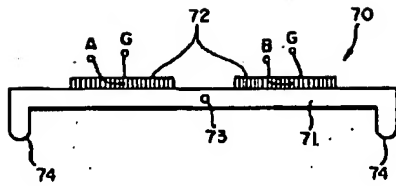
【図7】



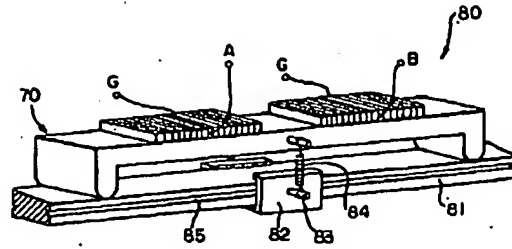
【図8】



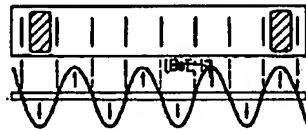
【図9】



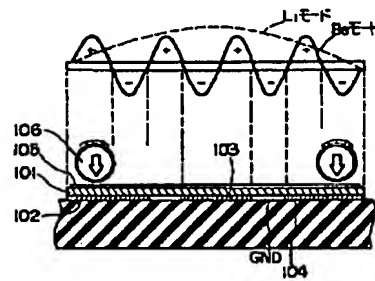
【図10】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 谷口 芳久  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 今林 浩之  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to an ultrasonic linear motor and the ultrasonic linear motor using electric-mechanical energy sensing elements, such as a laminating mold piezoelectric device, as a driving source in detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] recent years and electromagnetism -- the ultrasonic motor attracts attention as a new motor which replaces a mold motor. the electromagnetism of the former [ ultrasonic motor / this ] -- compared with the mold motor, it has the following advantages.

[0003] (1) A low speed and a high thrust are obtained without gear.

[0004] (2) Holding power is large.

[0005] (3) A stroke is long and a high resolution.

[0006] (4) It is rich in silence.

[0007] (5) A magnetic noise is not generated and it is not influenced of this noise.

[0008] The revolution mold and the linear mold are known as the above-mentioned ultrasonic motor. There are some which were announced as an ultrasonic motor of the above-mentioned linear mold in Showa 63 at the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers spring national conference (2.12 paper feed device by the vertical-crookedness multiplex-mode trembler utilization plate-like motor). (No.A-223 (Showa 63.3)) The piezo-electric ceramic 102,103,104 of three sheets pastes up among the elastic body 101 and base materials, such as silicone rubber, which are made to form with a stainless steel plate, and the vibrator in this linear mold supersonic-wave motor is constituted among, as shown in drawing 13 . Two sheets of the piezo-electric ceramic 103, the object for L mode (longitudinal-oscillation mode) and the piezo-electric ceramic 102,104, are the objects for B modes (crookedness oscillation mode) among the piezo-electric ceramics 102,103,104 of the three above-mentioned sheets. As a configuration whose resonance frequency in both these modes corresponds, the alternation electrical potential difference corresponding to the resonance frequency is impressed to the piezo-electric ceramic 103 of L mode, and the piezo-electric ceramic 102,104 of an B mode. Drawing 11 and the part shown with the slash of drawing 12 can be made to generate an ultrasonic ellipse oscillation by establishing suitably the phase contrast of these alternation electrical potential differences.

[0009] And if this driven object 105 is arranged through the pressure roll 106 as a press device and an ultrasonic ellipse oscillation is generated in order to, make the driven object 105 of paper drive for example, this driven object 105 can be made to drive linearly.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there were the following troubles in the above-mentioned conventional ultrasonic motor.

[0011] As mentioned above, in two or more sheets and the above-mentioned example, the tabular piezo-electric ceramics (for example, 0.5mm thickness) 102-104 of three sheets have pasted the above-



mentioned elastic body 101. And an oscillation is excited using the piezo-electric transversal effect of these piezo-electric ceramics 102-104. Generally electric - machine coupling coefficient in this piezo-electric transversal effect of a piezo-electric ceramic is a quite low value compared with being about about 30 - 40%, and electric-machine coupling coefficient in the piezo-electric longitudinal effect being about 60 - 70%. saying [ a motor with electric-machine conversion efficiency low / that this electric-machine coupling coefficient is low ] -- it is -- moreover, input voltage -- dozens Vrms(es) from -- 100Vrms(es) The trouble that the comparatively high electrical potential difference of extent is needed arises.

[0012] This invention is made in view of this trouble, and paying attention to the piezo-electric longitudinal effect of the piezoelectric device as a driving source, electric-machine conversion efficiency is high and it aims at offering the ultrasonic linear motor which can moreover be driven by the low battery.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, the ultrasonic linear motor by this invention The ultrasonic vibrator which make electric-mechanical energy sensing element into a driving source, and an elastic body is made to generate longitudinal oscillation and a crookedness oscillation, compounds those oscillations, and causes an ultrasonic ellipse oscillation, In the ultrasonic linear motor possessing the driven member pressed by a part of this ultrasonic vibrator the above-mentioned ultrasonic vibrator joins at least two laminating mold electrical-and-electric-equipment-mechanical energy sensing elements to some elastic bodies, and it is characterized by the direction of a laminating of a laminating mold electrical-and-electric-equipment [ of each this ]-mechanical energy sensing element being the same direction.

[0014]

[Function] In this invention, the alternation electrical potential difference (a frequency is made in agreement with the resonant frequency of a crookedness oscillation of an ultrasonic vibrator and longitudinal oscillation) which has phase contrast mutually in the above-mentioned laminating mold electrical-and-electric-equipment-mechanical energy sensing element is impressed, an ultrasonic ellipse oscillation occurs in this ultrasonic vibrator, and the driven object pressed by this ultrasonic vibrator carries out linear actuation.

[0015]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to a drawing.

[0016] Drawing 1 is the perspective view showing the ultrasonic vibrator 10 applied to the ultrasonic linear motor of the 1st example of this invention.

[0017] As shown in drawing, the above-mentioned ultrasonic vibrator 10 possesses the elastic body 11 which performed and formed hard-anodic-oxidation-coatings processing in aluminum material. The cylinder-like projection 13 is installed through the side face of the center section used as the knot of an oscillation of this elastic body 11, and the friction section 14 which projected in both upper and lower sides is formed in the both ends of this elastic body 11. The rectangle-like slot is formed in the part which furthermore hits the antinode of a secondary crookedness oscillation of this elastic body 11, and the laminating mold piezoelectric device 12 of this dimension fits into this slot mostly with the configuration of this slot, and it is arranged.

[0018] A laminating is carried out, the piezoelectric device in which the above-mentioned laminating mold piezoelectric device 12 has the thickness of 0.1mm is electrically connected for every layer in the field which counters so that the sense of polarization may become by turns, and an electric terminal G and electric terminals A and B are drawn like the graphic display. In addition, since this laminating mold piezoelectric device 12 is arranged where the slot of the above-mentioned elastic body 11 is extended mechanically in case this laminating mold piezoelectric device 12 is arranged in the above-mentioned slot, it is arranged after pressurization has started this laminating mold piezoelectric device 12 eventually.

[0019] Drawing 2 is the side elevation having shown the ultrasonic linear motor 20 which is the 1st example of this invention which applied the above-mentioned ultrasonic vibrator 10.

[0020] As shown in drawing, the supporter 22 is installed in the both-sides section of the top-face center section of the pedestal 21. The crevice of the semicircle configuration which \*\*\*\*s in the path of the above-mentioned projection 13 is formed in the center of a top face of this supporter 22, and the circular hole is formed in this crevice and the presser-foot section 23 which has the crevice of the same type \*\* size. The above-mentioned ultrasonic vibrator 10 inserts the above-mentioned projection 13 in the above-mentioned circular hole, and fixed maintenance is carried out using a screw 24.

[0021] On the other hand, the tabular slider 25 formed by stainless steel material (quenching processing article) is laid, and the pressure welding is carried out to the top face of the two above-mentioned friction sections 14 in an ultrasonic vibrator 10 towards this friction section 14 by fixed thrust with two pressure-welding rollers 26 arranged in the location which counters the above-mentioned friction section 14 on both sides of this slider 25. The above-mentioned pressure-welding roller 26 is held through the bearing 27 between the shaft, and this shaft is pressed by the spring member 28 which had the end fixed by the fixed part 29.

[0022] Next, actuation of the ultrasonic vibrator 10 in \*\*\*\* 1 example is explained.

[0023] \*\*10 VP-P which has fixed phase contrast in the above-mentioned electric terminal A and an electric terminal B (refer to drawing 1 ) The alternation electrical potential difference (frequency: fr) of extent is impressed. The frequency of this alternation electrical potential difference is made mostly in agreement with the vibration frequency of the primary proper longitudinal oscillation and the secondary proper crookedness oscillation of the above-mentioned ultrasonic vibrator 10 here.

[0024] Drawing 3 (a) is the diagram having shown the primary proper longitudinal-oscillation mode of the above-mentioned ultrasonic vibrator 10, and this drawing 3 (b) is the diagram having shown the secondary proper crookedness oscillation mode of this vibrator 10. The above-mentioned ultrasonic vibrator 10 is made into a dimension whose resonant frequency of these primary proper longitudinal oscillation and the secondary proper crookedness oscillation corresponds mostly.

[0025] If the alternation electrical potential difference of equiphase is impressed to the above-mentioned electric terminal A and an electric terminal B, the above-mentioned ultrasonic vibrator 10 will perform primary longitudinal oscillation as shown in above-mentioned drawing 3 (a). Moreover, if the alternation electrical potential difference from which about 180 degrees of phases differ is impressed to this electric terminal A and an electric terminal B, this ultrasonic vibrator 10 will generate the secondary crookedness oscillation as shown in drawing 3 (b). Therefore, the both ends of this ultrasonic vibrator 10 can be made to generate an ultrasonic ellipse oscillation by setting the phase contrast of the above-mentioned electric terminal A and an electric terminal B as about \*\*90 degrees.

[0026] The ultrasonic linear motor 20 of the 1st example of this invention which applied such an ultrasonic vibrator 10 is making it generate an ultrasonic ellipse oscillation, the both ends 14, i.e., above-mentioned friction section, of this ultrasonic vibrator 10, and linear actuation of the slider 25 pressed by this friction section 14 is carried out in the predetermined direction. Moreover, what is necessary is just to change the phase of the above-mentioned electric terminal A and an electric terminal B to +90 degrees from +90 degrees to -90 degrees, or -90 degrees, in order to change the driving direction of this slider 25.

[0027] According to \*\*\*\* 1 example, a plate-like compact ultrasonic linear motor with electric high-machine conversion efficiency in which low-battery actuation is possible can be offered. Moreover, the ultrasonic linear motor which is easy to control since what is necessary is just to also set the phase contrast of applied voltage as \*\*90 degrees can be offered.

[0028] Next, the modification of the 1st example of the above is explained.

[0029] Drawing 4 is the side elevation having shown the ultrasonic vibrator 30 in the ultrasonic linear motor of the above-mentioned modification.

[0030] The point of difference with the 1st example of the above of this modification is in the point which formed several slots 32 between the piezoelectric devices 12 and the friction sections 14 in the elastic body 31 of an ultrasonic vibrator 30 as shown in a vertical side at drawing 4 . Thereby, the effectual Young's modulus in both ends can be reduced, and the vibration amplitude in these both ends can be made to expand.

[0031] Drawing 5 is the side elevation having shown the ultrasonic vibrator 40 in still more nearly another modification of the 1st example of the above.

[0032] the point of difference with the 1st example of the above of this modification shows the friction section 44 of the both ends of an ultrasonic vibrator 40 to drawing 5 -- as -- bis--- 45 -- attachment and detachment -- it is the point arranged exchangeable. It becomes possible to exchange by this, when this friction section 44 carries out degradation wear by contact to a slider 25 (refer to drawing 2 ). Moreover, this friction section 44 can change the configuration into arbitration, as shown in drawing 6 (a), (b), and (c), and it becomes possible [ also adjusting adjustment of resonance frequency, or the amplitude of both ends by changing the mass further ].

[0033] Drawing 7 is the side elevation having shown the ultrasonic vibrator 50 in still more nearly another modification of the 1st example of the above.

[0034] The point of difference with the 1st example of the above of this modification is in the point using four laminating mold piezoelectric devices 12, as shown in the vertical side of an elastic body 51 at drawing 7 . Thereby, the advantage that improvement in a motor output can be aimed at arises.

[0035] Next, the ultrasonic linear motor of the 2nd example of this invention is explained.

[0036] Drawing 8 is the side elevation having shown the ultrasonic vibrator 60 applied to the ultrasonic linear motor of the 2nd example of the above.

[0037] The point of difference with the 1st example of the above of this 2nd example is in the point of having formed the laminating mold piezoelectric device 12 also in the center section of the elastic body 61.

[0038] Frequency  $f_r$  from which about 180 degrees of phases differed in the electric terminal A and the electric terminal B among drawing An alternation electrical potential difference is impressed and the secondary crookedness oscillation is generated. Moreover, it is a frequency  $f_r$  to an electric terminal C. An alternation electrical potential difference is impressed and the primary longitudinal oscillation is generated. And the both ends of an ultrasonic vibrator 60 can be made to generate an ultrasonic ellipse oscillation by controlling the phase contrast of the alternation electrical potential difference impressed to above-mentioned electric terminal A (B) and an electric terminal C. In addition, since the operation as an ultrasonic linear motor is the same as that of the 1st example of the above, explanation here is omitted.

[0039] According to the ultrasonic linear motor of such 2nd example, the magnitude of the amplitude of a crookedness oscillation and longitudinal oscillation can be changed by adjusting the magnitude of the applied voltage of electric terminal A (B) and an electric terminal C. Thereby, elliptical [ of an ultrasonic ellipse oscillation ] can be controlled to arbitration, and actuation of an ultrasonic linear motor becomes possible [ setting up elliptical / which is stabilized most ].

[0040] Next, the ultrasonic linear motor of the 3rd example of this invention is explained.

[0041] Drawing 9 is the side elevation having shown the ultrasonic vibrator 70 applied to the ultrasonic linear motor of the 3rd example of the above.

[0042] As for this 3rd example, the sliding section 74 which extended to \*\* for lower parts is formed in the both ends of the elastic body 71 which consists of the aluminum material to which alumite processing by oxalic acid alumite was performed. Moreover, the head of this sliding section 74 has given curvature. Furthermore, the projection 73 for maintenance protrudes on the side face of the center section used as the knot of an oscillation. Two laminating mold piezoelectric devices 72 have pasted the top face of the above-mentioned elastic body 71 with the adhesives of an epoxy system etc. And electric terminals A and B are drawn from this each of laminating mold piezoelectric device 72.

[0043] Drawing 10 is the perspective view having shown the self-propelled ultrasonic linear motor 80 which applied the above-mentioned ultrasonic vibrator 70.

[0044] The rail 81 is formed with the stainless steel (Hv900) with which for example, quenching processing was performed, and the slot 85 is drilled in the both-sides side. Moreover, lap processing of the field in contact with the sliding section 74 of an ultrasonic vibrator 70 is carried out less than [  $R_{max} = 0.3 \mu\text{m}$  ]. It applies to the above-mentioned rail 81 from the lower part at the both-sides section, and the linear guide 82 of the shape of a typeface of KO is arranged possible [ sliding ] along the slot 85

of this rail 81. Moreover, the projection 83 protrudes on the both-sides side of this linear guide 82. The above-mentioned ultrasonic vibrator 70 is laid so that the sliding section 74 which has curvature on the top face of the above-mentioned rail 81 may contact, and the pressure welding is carried out by fixed thrust with the spring 84 constructed between the above-mentioned projection 73 and the projection 83.

[0045] It is a frequency  $f_r$  to the above-mentioned electric terminal A and an electric terminal B. If an alternation electrical potential difference is impressed and the phase contrast is made into +90 degrees or about -90 degrees, an ultrasonic vibrator 70 will carry out linear migration the left or rightward.

[0046] According to \*\*\*\* 3 example, since it is good by (pressurization is not applied) as the laminating mold piezoelectric device 72 is pasted up on the top face of an elastic body 71, structure will become very easy.

[0047]

[Effect of the Invention] As explained above, electric - machine conversion efficiency is high by using the piezo-electric longitudinal effect of a piezoelectric device as a driving source according to this invention, and the ultrasonic linear motor which can moreover be driven by the low battery can be offered.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

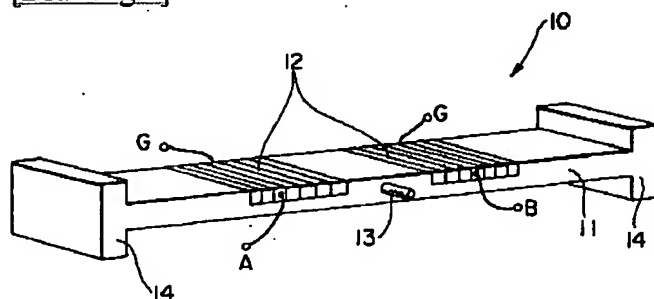
3.In the drawings, any words are not translated.

---

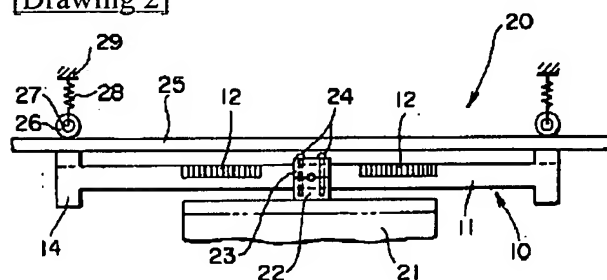
DRAWINGS

---

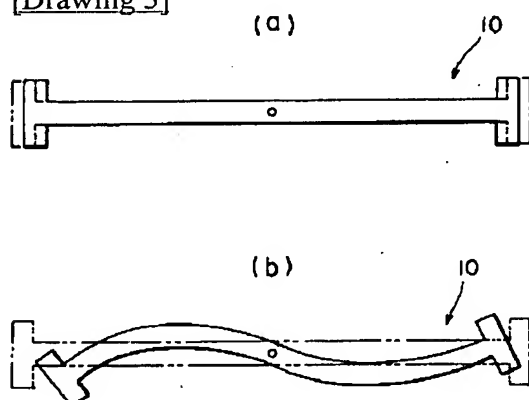
[Drawing 1]



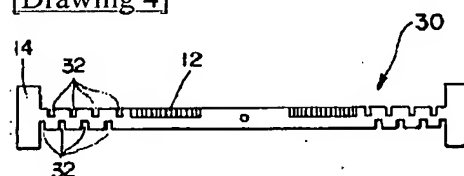
[Drawing 2]



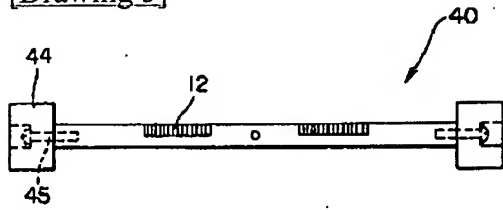
[Drawing 3]



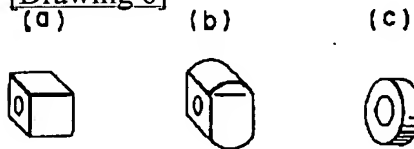
[Drawing 4]



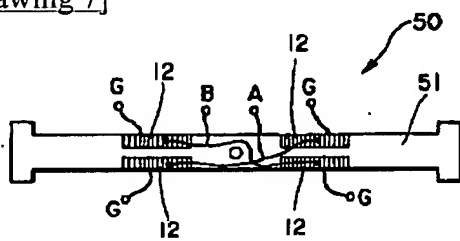
[Drawing 5]



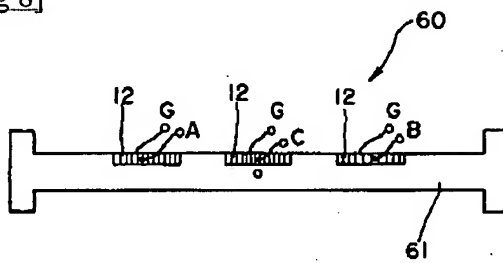
[Drawing 6]



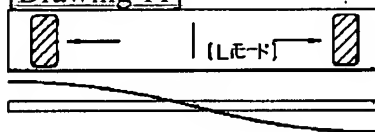
[Drawing 7]



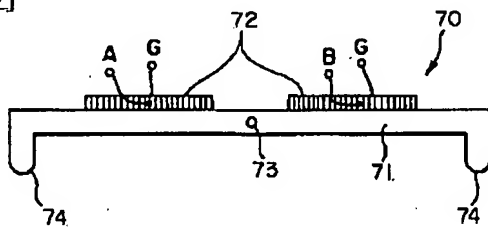
[Drawing 8]



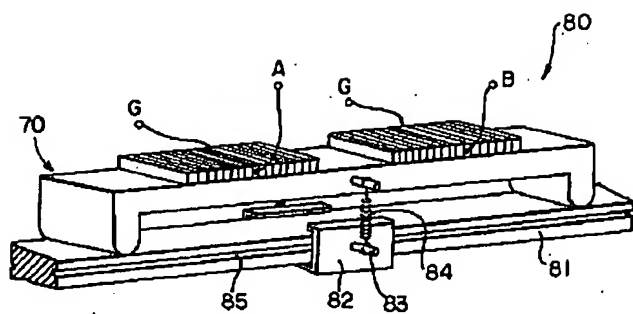
[Drawing 11]



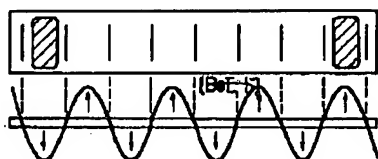
[Drawing 9]



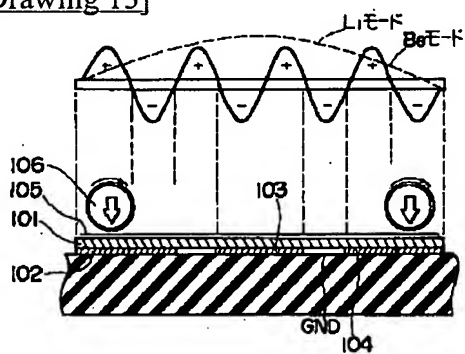
[Drawing 10]



[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The perspective view showing the ultrasonic vibrator applied to the ultrasonic linear motor of the 1st example of this invention.

[Drawing 2] The side elevation having shown the ultrasonic linear motor which is the 1st example of this invention which applied the ultrasonic vibrator shown in above-mentioned drawing 1.

[Drawing 3] (a) is the diagram in which (b) showed the secondary proper crookedness oscillation mode of this ultrasonic vibrator for the primary proper longitudinal-oscillation mode of the ultrasonic vibrator in the 1st example of the above, respectively.

[Drawing 4] The side elevation having shown the ultrasonic vibrator applied to one modification of the ultrasonic linear motor of the 1st example of the above.

[Drawing 5] The side elevation having shown the ultrasonic vibrator applied to other modifications of the ultrasonic linear motor of the 1st example of the above.

[Drawing 6] The perspective view having shown the example of others of the exchangeable friction section in one modification of the ultrasonic linear motor of the 1st example shown in above-mentioned drawing 5.

[Drawing 7] The side elevation having shown the ultrasonic vibrator applied to other modifications of the ultrasonic linear motor of the 1st example of the above.

[Drawing 8] The side elevation showing the ultrasonic vibrator applied to the ultrasonic linear motor of the 2nd example of this invention.

[Drawing 9] The side elevation showing the ultrasonic vibrator applied to the ultrasonic linear motor of the 3rd example of this invention.

[Drawing 10] The perspective view showing the ultrasonic linear motor which is the 3rd example of this invention which applied the ultrasonic vibrator shown in above-mentioned drawing 9.

[Drawing 11] The explanatory view in the longitudinal-oscillation mode in the conventional ultrasonic motor.

[Drawing 12] The explanatory view of the crookedness oscillation mode in the conventional ultrasonic motor.

[Drawing 13] The sectional side elevation having shown the conventional ultrasonic motor and its oscillation mode.

### [Description of Notations]

10 -- Ultrasonic vibrator

20 -- Ultrasonic linear motor

11 -- Elastic body

12 -- Laminating mold piezo electric crystal

14 -- Friction section

21 -- Pedestal

22 -- Supporter

25 -- Slider



26 -- Pressure-welding roller

---

[Translation done.]